

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-252167
(P2002-252167A)

(43)公開日 平成14年9月6日(2002.9.6)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
H 0 1 L 21/027		G 0 3 F 7/30	5 0 1 2 H 0 9 6
G 0 3 F 7/30	5 0 1	H 0 1 L 21/304	6 4 3 C 5 F 0 4 3
H 0 1 L 21/304	6 4 3	G 0 3 F 7/40	5 2 1 5 F 0 4 6
21/306		H 0 1 L 21/30	5 6 9 A
// G 0 3 F 7/40	5 2 1	21/306	J

審査請求 未請求 請求項の数23 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-304016(P2001-304016)

(22)出願日 平成13年9月28日(2001.9.28)

(31)優先権主張番号 特願2000-388357(P2000-388357)

(32)優先日 平成12年12月21日(2000.12.21)

(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72)発明者 桜井 秀昭

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝マイクロエレクトロニクスセン

ター内

(72)発明者 伊藤 正光

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝マイクロエレクトロニクスセン

ター内

(74)代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

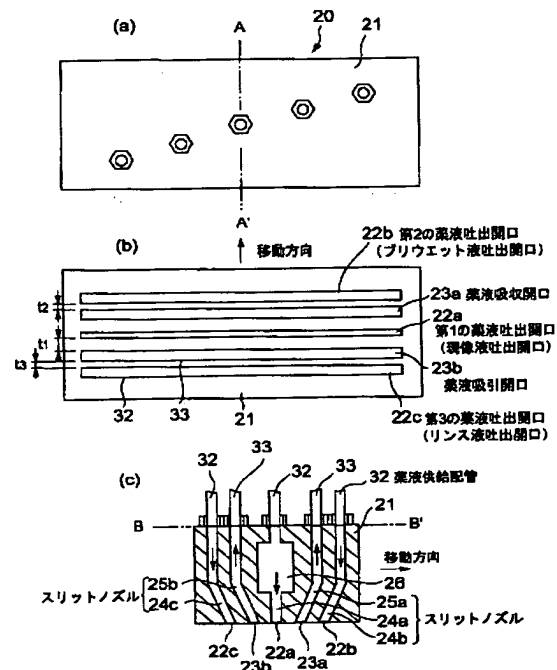
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 基板処理装置及びこれを用いた基板処理方法

(57)【要約】

【課題】 被処理基面上における薬液の濃度差をなくすることができ、高精度の薬液処理が可能な基板処理装置及び基板処理方法を提供する。

【解決手段】 薬液吐出／吸引部（スキャンノズル）21に、被処理基板に対して薬液を吐出するための薬液吐出開口22と被処理基板上の薬液を吸引するための薬液吸引開口23とを設け、前記薬液吐出開口22から連続的に吐出された薬液を、前記薬液吸引開口23にて連続的に薬液を吸引することにより、前記スキャンノズル21と被処理基板との間で、前記薬液吐出開口22と前記薬液吸引開口23との間の領域に、新鮮な薬液を常に被処理基板面に供給できるようにした。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】被処理基板を略水平に保持する基板保持機構と、

前記被処理基板に対して薬液を吐出するための薬液吐出開口と被処理基板上の薬液を吸引するための薬液吸引開口とを具備した薬液吐出／吸引部を有する薬液吐出・吸引機構と、

前記薬液吐出／吸引部と前記被処理基板とを相対的に水平移動させる移動機構とを具備してなることを特徴とする基板処理装置。

【請求項2】前記薬液吐出／吸引部の開口は、被処理素基板と前記薬液吐出／吸引部の相対的な水平移動方向側から、前記薬液吸引開口、前記薬液吐出開口、前記薬液吸引開口の順に配置していることを特徴とする請求項1に記載の基板処理装置。

【請求項3】前記薬液吐出開口は、前記二つの薬液吸引開口の中点位置以外の位置に配置されてることを特徴とする請求項2に記載の基板処理装置。

【請求項4】前記薬液吐出開口は、前記二つの薬液吸引開口の中点位置より前記薬液吐出／吸引部の移動方向前側に配置されていることを特徴とする請求項3に記載の基板処理装置。

【請求項5】被処理基板を略水平に保持する基板保持機構と、

前記被処理基板に対して薬液を吐出するための薬液吐出開口と前記被処理基板上の薬液を吸引するための薬液吸引開口とを、2つ以上、交互に配置した薬液吐出／吸引部を有する薬液吐出／吸引機構と、

前記薬液吐出／吸引部と前記被処理基板とを相対的に水平に移動させる移動機構とを具備してなることを特徴とする基板処理装置。

【請求項6】前記薬液吐出／吸引部の開口は、前記被処理基板と前記薬液吐出／吸引部の相対的な水平移動方向側から、第1の薬液吐出開口、薬液吸引開口、第2の薬液吐出開口、薬液吸引開口、第3の薬液吐出開口の順に配置してなることを特徴とする請求項5に記載の基板処理装置。

【請求項7】第2の薬液吐出開口は、前記二つの薬液吸引開口の中点位置以外の位置に配置されていることを特徴とする請求項6に記載の基板処理装置。

【請求項8】第2の薬液吐出開口は、前記二つの薬液吸引開口の中点位置より前記薬液吐出／吸引部の移動方向前側に配置されていることを特徴とする請求項7に記載の基板処理装置。

【請求項9】前記薬液吐出／吸引部と前記被処理基板の被処理面との距離を測定するためのギャップ測定機構と、前記ギャップ測定機構から得られる距離を所定値に保つためのギャップ調整機構とを、更に具備してなることを特徴とする請求項1乃至8のいずれか1項に記載の基板処理装置。

2

【請求項10】前記基板保持機構は、真空チャックであることを特徴とする請求項1乃至9のいずれか1項に記載の基板処理装置。

【請求項11】被処理面が略水平に保持された被処理基板に対して薬液吐出／吸引部の薬液吐出開口から薬液を前記被処理基板に対して連続的に吐出すると共に、前記薬液吐出開口に隣接して前記薬液吐出／吸引部に配置された前記薬液吸引開口にて前記被処理面上の薬液を連続的に吸引しつつ、前記薬液吐出／吸引部と前記被処理基板とを相対的に水平移動させながら前記被処理面を薬液処理する基板処理方法であって、前記薬液吐出／吸引部と前記被処理面との間で、且つ前記薬液吐出開口と前記薬液吸引開口との領域における間隙には、常に新鮮な薬液を供給してなることを特徴とする基板処理方法。

【請求項12】前記薬液吸引開口は、前記薬液吐出開口の両側に設けられ、前記薬液吐出開口から吐出した薬液は、前記薬液吐出開口の両側の前記薬液吸引開口により吸引してなることを特徴とする請求項11に記載の基板処理方法。

【請求項13】前記薬液吐出／吸引部の移動方向前側に配置された薬液吸引開口が通過してから該薬液吐出開口通過するまでの時間Aと、該薬液吐出開口が通過してから前記薬液吐出／吸引部の移動方向後ろ側に配置された薬液吸引開口が通過するまでの時間Bとが異なることを特徴とする請求項12に記載の基板処理方法。

【請求項14】時間Aを時間Bより短く設定することを特徴とする請求項13に記載の基板処理方法。

【請求項15】前記薬液として、現像液或いはエッチング溶液を用いることを特徴とする請求項13に記載の基板処理方法。

【請求項16】時間Aは被処理膜が溶解し下地基板表面が露出するまでの時間よりも短いことを特徴とする請求項13に記載の基板処理方法。

【請求項17】被処理基板上の被処理面を改質した後、前記薬液処理をおこなうことを特徴とする請求項11、または12に記載の基板処理方法。

【請求項18】前記被処理基板に対して薬液を吐出するための薬液吐出開口と前記被処理基板上の薬液を吸引するための薬液吸引開口とを、2つ以上、交互に配置した薬液吐出／吸引部を被処理面が略水平に保持された被処理基板上に配置し、前記薬液吐出開口から薬液を前記被処理基板に対して連続的に吐出すると共に、前記薬液吸引開口にて前記被処理面上の薬液を連続的に吸引しつつ、前記薬液吐出／吸引部と前記被処理基板とを相対的に水平移動させながら前記被処理面を薬液処理する基板処理方法であって、前記薬液吐出／吸引部と前記被処理面との間で、且つ前記薬液吐出開口と前記薬液吸引開口との領域における間隙には、常に新鮮な薬液を供給してなることを特徴とする基板処理方法。

【請求項19】前記薬液吐出／吸引部の開口は、前記被

3

処理基板と前記薬液吐出／吸引部の相対的な水平移動方向側から、第1の薬液吐出開口、薬液吸引開口、第2の薬液吐出開口、薬液吸引開口、第3の薬液吐出開口の順に配置してなることを特徴とする請求項18に記載の基板処理方法。

【請求項20】前記薬液吐出／吸引部の移動方向前側に配置された薬液吸引開口が通過してから該第2の薬液吐出開口通過するまでの時間Aと、該第2の薬液吐出開口が通過してから前記薬液吐出／吸引部の移動方向後ろ側に配置された薬液吸引開口が通過するまでの時間Bとが異なることを特徴とする請求項19に記載の基板処理方法。

【請求項21】時間Aを時間Bより短く設定することを特徴とする請求項20に記載の基板処理方法。

【請求項22】前記薬液として、現像液或いはエッチング溶液を用いることを特徴とする請求項20に記載の基板処理方法。

【請求項23】時間Aは被処理膜が溶解し下地基板表面が露出するまでの時間よりも短いことを特徴とする請求項20に記載の基板処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体製造、フォトマスク製造、液晶ディスプレイ製造工程等における基板処理装置及び基板処理方法に関し、特にフォトレジストが塗付され、且つ所定パターンに露光された基板を現像する現像装置及びそれをを用いた現像方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体デバイスや液晶ディスプレイの製造工程においては、基板に対するフォトエッチング処理が繰り返し行われる。フォトエッチング処理では、基板にフォトレジストが塗付され、塗付された基板に所定のパターンが露光される。パターンが露光された基板は、現像装置により現像液で現像され、例えば露光部分のフォトレジストが除去される。

【0003】従来、この種の現像工程では、現像液中に被処理基板を浸して処理を行なうディップ法や現像液を被処理面に吹付けて処理を行なうスプレー法、被処理基板を回転させながら被処理面に現像液を供給して処理を行なうパドル法が用いられている。

【0004】しかし、このディップ法やスプレー法では、多量の現像液を必要とすることや廃液処理に要するコストがかかる等の問題があるため、パドル法へと変わりつつあるが、このパドル法では、被処理基板の中心とで現像液の吐出圧力や単位面積あたりに供給される薬液量に差が生じるために、現像ムラが発生する問題がある。

【0005】そこで、特開平7-36195号公報（以下、従来の技術と称する）に示されるような、現像液を

4

盛りされた現像液により現像を行なうスキャン法が既に開発されている。

【0006】ところで、近年、半導体分野においては、半導体デバイスの微細化及び高密度化が進に連れ、フォトエッチング工程での微細化に対する要求が高まっている。既に、デバイスの設計ルールは、0.13 μ mにまで微細化し、制御しなければならないパターン寸法精度は、10nm程度と極めて厳しい精度が要求されている。

【0007】しかしながら、上述の従来のスキャン現像では、パターンの疎密差により、形成するパターン寸法が異なってしまう問題がある。即ち、従来のスキャン現像では、現像液をスキャンさせながら基板の被処理面に供給しているが、被処理面基上に液盛りされた現像液の置換がほとんど行われないうために、現像中、疎のパターン部分と密のパターン部分において、現像液とレジストとの反応生成物の量が異なり、現像液の濃度差が生じる。そのため、パターンの疎密差によりパターン寸法が異なり、高精度のパターンが得られない問題がある。

20 【0008】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来のスキャン現像では、被処理面に液盛りされた現像液の置換が、ほとんど行われないうために、特に、疎密なパターンが存在する場合、現像中に現像液の濃度差が生じ、パターンの疎密差によりパターン寸法が異なり、高精度のパターンが得られない問題がある。

【0009】本発明は、上記課題に鑑みなされたもので、その目的とするところは、被処理基面上における薬液の濃度差をなくすることができ、高精度の薬液処理が可能なる基板処理装置及び基板処理方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、第1の発明に係わる基板処理装置では、被処理基板を略水平に保持する基板保持機構と、前記被処理基板に対して薬液を吐出するための薬液吐出開口と被処理基板上の薬液を吸引するための薬液吸引開口とを具備した薬液吐出／吸引部を有する薬液吐出／吸引機構と、前記薬液吐出／吸引部と前記被処理基板とを相対的に水平移動させる移動機構とを具備してなることを特徴としている。

【0011】前記基板処理装置では、前記薬液吐出／吸引部の開口は、被処理素基板と前記薬液吐出／吸引部の相対的な水平移動方向側から、前記薬液吸引開口、前記薬液吐出開口、前記薬液吸引開口の順に配置することが好ましい。

【0012】また、上記目的を達成するために、本発明の第2の発明に係わる基板処理装置では、被処理基板を略水平に保持する基板保持機構と、前記被処理基板に対して薬液を吐出するための薬液吐出開口と前記被処理基

5

板上の薬液を吸引するための薬液吸引開口とを、2つ以上、交互に配置した薬液吐出／吸引部を有する薬液吐出／吸引機構と、前記薬液吐出／吸引部と前記被処理基板とを相対的に水平に移動させる移動機構とを具備してなることを特徴としている。

【0013】前記基板処理装置では、前記薬液吐出／吸引部の開口は、前記被処理基板と前記薬液吐出／吸引部の相対的な水平移動方向側から、第1の薬液吐出開口、薬液吸引開口、第2の薬液吐出開口、薬液吸引開口、第3の薬液吐出開口の順に配置することが好ましい。

【0014】上記第1及び第2の発明の基板処理装置では、前記薬液吐出／吸引部と前記被処理基板の被処理面との距離を測定するためのギャップ測定機構と、前記ギャップ測定機構から得られる距離を所定値に保つためのギャップ調整機構とを、更に具備してなることが好ましい。

【0015】前記基板処理装置では、前記基板保持機構は、真空チャックであることが好ましい。

【0016】更に、上記目的を達成するために、本発明の第3の発明に係わる基板処理方法では、被処理面が略水平に保持された被処理基板に対して薬液吐出／吸引部の薬液吐出開口から薬液を前記被処理基板に対して連続的に吐出すると共に、前記薬液吐出開口に隣接して前記薬液吐出／吸引部に配置された前記薬液吸引開口にて前記被処理面上の薬液を連続的に吸引しつつ、前記薬液吐出／吸引部と前記被処理基板とを相対的に水平移動させながら前記被処理面を薬液処理する基板処理方法であって、前記薬液吐出／吸引部と前記被処理面との間で、且つ前記薬液吐出開口と前記薬液吸引開口との領域における間隙には、常に新しい薬液を供給してなることを特徴としている。

【0017】前記基板処理方法では、前記薬液吸引開口は、前記薬液吐出開口の両側に設けられ、前記薬液吐出開口から吐出した薬液は、前記薬液吐出開口の両側の前記薬液吸引開口により吸引してなることが好ましい。

【0018】更にまた、上記目的を達成するために、本発明の第4の発明に係わる基板処理方法では、前記被処理基板に対して薬液を吐出するための薬液吐出開口と前記被処理基板上の薬液を吸引するための薬液吸引開口とを、2つ以上、交互に配置した薬液吐出／吸引部を被処理面が略水平に保持された被処理基板上に配置し、前記薬液吐出開口から薬液を前記被処理基板に対して連続的に吐出すると共に、前記薬液吸引開口にて前記被処理面上の薬液を連続的に吸引しつつ、前記薬液吐出／吸引部と前記被処理基板とを相対的に水平移動させながら前記被処理面を薬液処理する基板処理方法であって、前記薬液吐出／吸引部と前記被処理面との間で、且つ前記薬液吐出開口と前記薬液吸引開口との領域における間隙には、常に新鮮な薬液を供給してなることを特徴としている。

【0019】前記発明の基板処理方法では、前記薬液吐

6

出／吸引部の開口は、前記被処理基板と前記薬液吐出／吸引部の相対的な水平移動方向側から、第1の薬液吐出開口、薬液吸引開口、第2の薬液吐出開口、薬液吸引開口、第3の薬液吐出開口の順に配置してなることが好ましい。

【0020】上記第3及び第4の発明の基板処理方法では、被処理基板上の被処理面を改質した後、前記薬液処理をおこなうことが好ましい。

【0021】上記本発明によれば、薬液吐出開口から連続的に吐出された薬液を、隣接する薬液吸引開口から連続的に吸引することより、薬液吐出／吸引部と被処理面との間で、且つ前記薬液吐出開口と前記薬液吸引開口との領域における間隙には、新鮮な薬液が常に供給され、薬液処理が行なわれた薬液は直ちに吸引して取り除くことで、被処理面上における薬液の濃度差をなくすることができ、高精度の薬液処理が可能になる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態について説明する。

【0023】以下、実施形態では、本発明を現像装置及びそれを用いた現像方法に適用した例を示す。

【0024】（第1の実施形態）まず、図1乃至図4を用いて、本発明の実施形態に係わる現像装置及びそれを用いた現像方法を説明する。図1は、現像装置を模式的に示す図で、(a)は、移動方向前方より眺めた正面図、(b)は、移動方向側面より眺めた側面図、図2は、現像装置における基板ホルダーを示す斜視図である。

【0025】本実施形態では、図1に示すように、現像装置100は、被処理基板11、例えば半導体ウエハを略水平に保持する基板保持機構10と、前記基板保持機構10の上方に配置された薬液吐出／吸引機構20と、前記薬液吐出／吸引機構20に薬液を供給及び前記薬液供給機構20から薬液を吸引する薬液供給／吸引系30と、前記薬液吐出／吸引機構20に備付けられたギャップ測定機構40と、前記薬液吐出／吸引機構20の両端に備付けられたギャップ調整機構50と、前記薬液吐出／吸引機構20と前記基板保持機構10を相対的に略水平方向に移動させるための移動機構60とを備えている。

【0026】前記基板保持機構10は、例えば、35cm角の平面矩形の基板ホルダー12を有し、前記基板ホルダー12は、図2に示すように、上面に半導体ウエハ11を収納するための凹部13を有している。前記凹部13は、前記半導体ウエハ11と略同一の大きさの平面構造を有し、且つ前記半導体ウエハ11の厚みと略同一深さを有する。

【0027】前記基板ホルダー12としては、その表面と被処理基板の表面との濡れ性が、ほぼ同じになるような材質を選ぶことが好ましい。具体的には、前記被処理

7

基板上での現像液の接触角と前記基板ホルダー上での現像液の接触角がほぼ同じになるようにする。

【0028】前記薬液吐出／吸引機構20は、薬液吐出／吸引部（以下、スキャンノズルと称する）21を備えている。

【0029】前記スキャンノズルの詳細な構成を、図3及び図4に示す。図3（a）は、スキャンノズルの上面図、（b）は、下面図、（c）は、（a）のA-A'線に沿う断面図、図4は、（c）のB-B'に沿う断面図である。

【0030】図3及び図4に示すように、前記スキャンノズル21は、前記基板ホルダー12に対しての移動方向と垂直な方向に長辺を有し、且つ移動方向と平行な方向に短辺を有する横断面長方形の直柱状構造で、前記基板ホルダー12と対向する下面は平坦面を有しており、長辺は少なくとも前記基板ホルダー12の幅以上の長さを有している。

【0031】本実施形態では、前記スキャンノズル21は、長辺の長さを約35cm、短辺の長さを約5cmに形成している。

【0032】前記スキャンノズル21の下面には、前記半導体ウエハ11に対して薬液を供給するためのスリット状の第1の薬液吐出開口22及び前記半導体ウエハ11に液盛りされた薬液を吸引するためのスリット状の薬液吸引開口23を形成している。

【0033】本実施形態では、薬液吐出開口22及び薬液吸引開口23は、前記基板ホルダー12に対しての移動方向と垂直な方向に長辺を有し、且つ移動方向と平行な方向に短辺を有する長方形の開口である。

【0034】本実施形態では、3個の薬液吐出開口22a、22b、22cと2個の薬液吸引開口23a、23bとは、前記基板ホルダー12に対しての移動方向と平行な方向に沿って、互いに所定の間隔をおいて配置されている。ここでは、中央の開口22aは、第1の薬液を供給する第1の薬液吐出開口、例えば現像液を吐出させる現像液吐出開口（以下、現像液吐出開口と称する）で、その両隣の開口23a、23bは、薬液吸引開口で、更に、その外側で、移動方向前方に位置する開口22bは、第2の薬液を供給する第2の薬液吐出開口、例えばプリウエット液吐出開口（以下、プリウエット液吐出開口と称する）で、前記移動方向後方に位置する開口22cは、第3の薬液を供給する第3の薬液吐出開口、例えばリンス液吐出開口（以下、リンス液吐出開口と称する）である。

【0035】前記現像液吐出開口22a吐出された現像液は、両脇の前記吸引開口23a、23bの吸引力により、前記現像液吐出開口22aから自然落下するようになっている。

【0036】また、ここでは、前記現像液吐出開口22aは、長さ310mm、幅1mm、前記薬液吸引開口2

8

3a、23bは、各々、長さ310mm、幅3mm、前記プリウエット液吐出開口22b及びリンス液吐出開口22cは、各々、長さ310mm、幅3mmに形成している。

【0037】そして、前記現像液吐出開口22aと前記薬液吸引開口23a、23bの、各々の間隔t1を約5mm、前記プリウエット液吐出開口22bと前記薬液吸引開口23aとの間隔t2及び前記リンス液吐出開口22cと前記薬液吸引開口23bとの間隔t3を、いずれも、約2mmに形成している。

【0038】前記スキャンノズル21の内部には、下方に各開口22a、22b、22c、23a及び23bを有するスリットノズル24a、24b、24c及び25a、25cが形成され、前記24b、24c及び25a、25cは、上部において各薬液供給配管32及び薬液吸引配管33を介して図示しない薬液供給系及び薬液吸引系に、各々、連結しており、前記現像液吐出開口22aに連結する前記スリットノズル24aは、現像液をスリットノズル24aの長手方向に均一に拡散させるための液溜め26を介して図示しない薬液供給系に連結している。

【0039】前記スキャンノズル20の側面には、前記スキャンノズル20の下面と前記基板ホルダー12上に載置される半導体ウエハ11の上面との間隔を測定するためにレーザー光を用いたギャップ測定機構40が設けられている。

【0040】前記移動機構60は、スキャンステージ61を有し、前記ギャップ調整機構50は、前記スキャンノズル21の両端部に設けられ、前記スキャンノズル21と一体で前記スキャンステージ61上を水平方向に移動可能に取付けられている。

【0041】そして前記ギャップ調整機構60は、ピエゾ素子を備えており、前記ギャップ測定機構50による測定結果に基づいて、前記スキャンノズル21の下面と前記基板ホルダー12上に載置される半導体ウエハ11の上面との間隔を所定値に調整するようになっている。

【0042】次に、本実施形態の現像装置を用いて、現像する方法について、図5及び図6を参照して説明する。

【0043】図5は、被処理基板におけるスキャンノズルによる薬液の吐出、吸引状態を模式的に示す模式図であり、図6（a）、（b）、（c）は、現像処理の各ステップを模式的に示す側面図で、（a'）、（b'）、（c'）、（d'）は、上面図である。

【0044】まず、図5に示すように、被処理基板11の被処理面に対して、前記スキャンノズル21を近接配置し、中央の前記現像液吐出開口22aから現像液を吐出し、前記プリウエット吐出開口22bからプリウエット液を吐出し、前記リンス液吐出開口22cからリンス液を吐出すると共に、前記被処理面上に液盛りされた薬液

を前記薬液吸引開口23a、23bで吸引をおこなう。前記現像液は、前記現像液吐出開口22aと両側の前記薬液吸引開口23a及び23b間における前記スキャンノズル21下面と前記被処理面との間隙を通して流れ、その領域間では、常に新鮮な前記現像液が供給され、フォトリソが溶解した前記現像液は、直ちに、吸引されて取り除かれ、前記領域間には、常に新鮮な前記現像液が液盛りされた状態になる。

【0045】また、前記プリウエット液は、前記被処理面上に吐出された際、一部は前記プリウエット側の前記薬液吸引開口23aにより前記現像液と共に吸引されるが、大部分は、前記プリウエット吐出開口22bの前方側（移動方向側）の前記スキャンノズル21下面と前記被処理面との間隙に吐出されてプリウエット処理、即ち被処理面の改質処理がおこなわれ、この改質処理後の前記プリウエット液は、前記スキャンノズル21の移動により、直ちに、前記薬液吸引開口23から吸引されて取り除かれると共に現像液に置換される。一方、前記リンス液吐出開口22cから吐出された前記リンス液は、一部、前記現像液と共に前記薬液吸引開口23から吸引されるが、他の大部分は、前記リンス吐出開口22cの後方側（移動方向と反対側）の前記スキャンノズル21下面と前記被処理面との間隙に吐出される。前記スキャンノズル21の移動に伴い、前記現像処理された領域の前記現像液は、順次、前記薬液吸引開口23bにて吸引されて取り除かれると共に、前記リンス吐出開口22cから吐出された前記リンス液に置換されて前記薬液吸引開口23bから吸引され、残りの前記リンス液は、前記スキャンノズル21の移動後、前記被処理面に残され、最後に、前記被処理基板11を回転させて除去することになる。

【0046】次に、被処理基板の現像処理は、まず、図6(a)に示すように、前記スキャンノズル21が前記被処理基板11に対して左側の前記基板ホルダー12上にあるときに、上述したように、前記現像液吐出開口22a、前記プリウエット液吐出開口22b及び前記リンス液吐出開口22cから、各々、前記現像液、前記プリウエット液及び前記リンス液を前記基板ホルダー12上に吐出すると共に、前記薬液吸引開口23a、23bにて前記基板ホルダー12上に吐出された薬液を吸引させた状態にする。

【0047】前記基板ホルダー12上での各薬液の流れが整った段階で、前記スキャンノズル21を矢印方向（紙面上の左側から右側）に向かって移動を開始し、前記被処理基板12上を通過（図6(b)、(b')）後、少なくとも前記被処理基板11の右側の前記基板ホルダー12上まで移動させる。

【0048】前記スキャンノズル21の前記リンス液吐出開口22cが被処理基板11上を通過し、前記基板ホルダー12に入った段階で、各薬液の吐出しを停止する

（図6(c)、(c')）。

【0049】上記実施形態によれば、常に、新鮮な現像液が半導体ウエハ11表面に直接供給され、更に、現像に使用した現像液は、直ちに吸引除去されるため、半導体ウエハ11上において、現像液の濃度差が生じることがない。従って、パターンの疎密による仕上がり寸法の変動をほとんどなくすることができる。

【0050】次に、上記現像装置を用いて現像した実施例について記述する。

【0051】（実施例1）まず、直径30cmの円形のSiウエハ上に反射防止膜を形成し、更に、193nm光に感光する化学増幅型フォトリソ膜を形成した。次に、前記Siウエハ表面に、露光用マスクを介し193nmで選択的に露光を行い、前記フォトリソ膜中に酸を発生させた。更に、前記Siウエハを140℃で、60秒の加熱を行い、酸を拡散させて潜像を形成した。

【0052】次いで、前記Siウエハ11を前記基板ホルダー12の前記凹部13に収納した。

【0053】そして、図6(a)に示すように、前記基板ホルダー12の一端部A上において、前記スキャンノズル21を前記基板ホルダー12上に約50μmの間隔をもって配置し、前記現像液吐出開口22a、前記プリウエット液吐出開口22b及び前記リンス液吐出開口22cから、各々、前記現像液、前記プリウエット液及び前記リンス液を前記基板ホルダー12上に吐出すると共に、前記薬液吸引開口23a、23bにて前記基板ホルダー12上に吐出された薬液を吸引させた状態にし、各薬液の流れを調整する。

【0054】次に、前記基板ホルダー12上での各薬液の流れが整った段階で、前記スキャンノズル21を矢印方向（紙面上の左側から右側）に向かって移動を開始し、前記Siウエハ11に対し、前記基板ホルダー12の一端Aから他端Bに向けて、前記スキャンノズル21を一定速度で移動させて現像を行った。移動速度は11mm/分である。前記現像液吐出開口22aと前記薬液吸引開口23aの間隔が5mmで、前記間隔は前記現像液吐出開口22aの両側に有り、且つ前記現像液吐出開口22aの幅が1mmであるので、前記スキャンノズル21と前記Siウエハ11表面との間で、現像液が存在している領域（前記薬液吸引開口23a、23b間）は、移動方向と平行な方向において約11mmである。即ち、Siウエハ11のある一点に注目した時に、その場所を現像液が通過する時間は1分であり、現像時間は1分ということになる。

【0055】前記スキャンノズル21で現像を開始した時の前記Siウエハ11の中央の位置にあるパターンの現像の様子は次のとおりである。前記スキャンノズル21の移動開始13分後、前記プリウエット液吐出開口22bがパターンの上空を通過した。これより、前記フォ

11

トレジスト表面に前記プリウエット液が盛られた。

・【0056】続いて、最初の前記薬液吸引開口23aが、その約10秒後に前記パターン上を通過した。この時、前記フォトレジスト表面は、前記プリウエット液から現像液へと置換された。これにより、前記フォトレジストの現像が始まった。

【0057】その後、約30秒後に、前記現像液吐出開口22aが前記パターン上空を通過し、更に、約30秒後に、2番目の前記薬液吸引開口23bが前記パターン上空を通過した。この時、前記フォトレジスト表面は、現像液からリンス液へと置換される。最初の前記薬液吸引開口23aの通過から2番目の前記薬液吸引開口23bの通過まで現像が行われた。

【0058】そして、前記スキャンノズル21の通過後は、リンス液が前記Siウエハ11表面に盛られた状態となる。最後に、前記Siウエハ11を回転させ、前記リンス液を除去し、乾燥させることで、所望のレジストパターンを形成することが出来た。

【0059】上記実施例よれば、従来問題となっていたパターンの疎密による仕上がり寸法の変動をほとんどなくすることができた。例えば、2mm角の矩形パタンの中央に線幅100nm長さ20μmのラインが5本並んだラインアンドスペースパターンのラインアンドスペースパターンの中央のラインパターン寸法と、線幅100nm長さ20μmのラインが5本並んだラインアンドスペースパターンだけ配置した場合の同じ場所の寸法は、従来20nm程度の差が生じていたものが、本実施例では、2nm以下の寸法差であった。

【0060】また、実際のデバイス製作に用いるパターンで、特にパターンの疎密差の激しいパターンにおいても、面内すべてのパターンで所望値に対して±3%で寸法を制御することが可能になり、最終的に得られたデバイスの特性を飛躍的に向上できた。

【0061】(第2の実施形態)直径30cmの円形のSiウエハ上に反射防止膜を形成し、更に、193nm光に感光する化学増幅型レジスト膜を形成した。前記Siウエハ表面に、露光用マスクを介し193nmで選択的に露光を行い、前記レジスト膜中に酸を発生させた。更に、前記Siウエハを140℃で、60秒の加熱を行い、酸を拡散させて潜像を形成した。

【0062】次いで、前記Siウエハ11を前記基板ホルダー12の前記凹部13に収納した。

【0063】そして、図6(a)に示すように、前記基板ホルダー12の一端部A上において、前記現像液吐出開口22a、前記プリウエット液吐出開口22b及び前記リンス液吐出開口22cから、各々、前記現像液、前記プリウエット液及び前記リンス液を前記基板ホルダー12上に吐出すると共に、前記薬液吸引開口23a、23bにて前記基板ホルダー12上に吐出された薬液を吸引させた状態にし、各薬液の流れを調整する。

12

【0064】次に、前記基板ホルダー12上での各薬液の流れが整った段階で、前記スキャンノズル21を矢印方向(紙面上の左側から右側)に向かって移動を開始し、前記Siウエハ11に対し、前記基板ホルダー12の一端Aから他端Bに向かって、図1に示す前記スキャンノズル21を変形したものを一定速度で移動させて現像を行った。

【0065】本実施例では、前記スキャンノズル21における前記プリウエット(純水)走査面(前記プリウエット吐出開口22bと前記現像液吐出開口22aの間の領域)を5mm、現像液走査面(前記現像液吐出開口22aと前記リンス液吐出開口22cの間の領域)を50mm、リンス液走査面(前記リンス液吐出開口22cと前記スキャンノズル21端までの距離)を10mmに、夫々、設定した。

【0066】また、前記スキャンノズル21を固定した場合の各々の液の流速は500mm/secとした。これらの走査面は、前記Siウエハ表面に対して200μm程度の間隙を介し対向している。

【0067】また、これら走査面の間には、撥水性のバリア壁が被処理基板表面に対し100μm程度の間隙を介し対向するようにした。前記スキャンノズル21の移動速度は10mm/secとした。

【0068】このような前記スキャンノズル21で現像を開始したときの前記基板ホルダー11の一端Aから他端Bに向けて20mmの位置にあるパターンの現像の様子は次のとおりである。前記スキャンノズル21の移動開始2秒後に、純水走査面がパターンの上空を通過した。これより0.5秒の間純水に表面が晒され、レジスト表面が親水性になった。

【0069】次いで、撥水性のバリア壁の通過に伴い前記レジスト表面に残存する水が吸着層を除き排出された。続いて現像液走査面がこのパターン上を5秒で通過した。現像時間は5秒程度であったが、現像液の流速が速いため、非常に早い現像速度を得ることができ、パターン形成することができた。

【0070】更に、前記パターン表面をリンス液走査面が通過し、現像液を置換し洗浄を十分に行うことができた。

【0071】この実施例では、被処理基板の任意の部分で、プリウエットー現像ーリンスを同じ条件で行うことができ、被処理基板の面内加工(寸法)均一性を著しく向上させることができた。このときの加工精度は寸法としてすべてのパターンで所望値に対して±3%で行うことができ、最終的に得られたデバイスの特性を飛躍的に向上できた。

【0072】(第3の実施形態)以下、上記実施形態の現像装置をフォトマスク基板の製造に適用した例について説明する。

【0073】ポジ型化学増幅レジストを500nmの厚

13

さに塗布してあるCrマスクブランクスに、50keVの加速電圧を有した電子ビーム描画装置（東芝機械製、EBM3000）にて、0.15 μ mルールラインアンドスペース系の1GDRAMのパターンを描画した。描画後、110℃で15分間ベークを行なった。

【0074】次に、上記実施形態の現像装置に基板を載せ、一端Aからそれに対向する他端Bにむけて前記スキャンノズルを一定速度で移動させて現像を行った。移動速度は11mm/分である。現像液吐出開口22aと前記薬液吸引開口23aの間隔が5mmで、それが前記現像液吐出開口22aの両側に有り、前記現像液吐出開口22aの幅が1mmであるので、前記スキャンノズルと前記基板表面との間で現像液が存在しているのは移動方向と平行な方向において約11mmである。即ち、前記基板表面のある一点に注目した時に、その場所を前記現像液が通過する時間は、1分であり、現像時間は、1分と言うことになる。

【0075】次に、前記現像装置より前記基板を取り出し、レジストパターンをエッチングマスクとして反応性イオンエッチングによりCr膜をエッチングした。エッチングに用いた装置はアルバック成膜製MEPS-6025である。エッチングガスには塩素ガスと酸素ガスの混合ガスを用いた。その後、アッシング装置によりレジストを剥離し、洗浄機により洗浄した。

【0076】そして、形成したCrパターン寸法を寸法測定装置（Leica製LWM）により測定した。その結果、パターン寸法の平均値と目標寸法との差は5nm、Crパターン寸法の面内均一性は10nm（3 σ ）であった。

【0077】次に、本発明の有効性を確かめる実験として、ニコン社製KrFスキャナーで出荷したマスクを用いて、ウエハ露光し、露光裕度の評価を行った。評価はデフォーカス量と露光量を変化させてウエハ上に形成したレジストパターン寸法をSEMにより測定する事で行った。その結果、ウエハ上に形成したレジストパターン寸法の変動量が10%以下になるデフォーカス裕度は0.45 μ mあり、その時の露光量裕度は12%得る事が出来た。

【0078】上記実施例において、リンス液走査面もリンスの機能に応じて複数に分割してもよい。例えば、リンスにオゾン水、水素水を順次用いる場合、リンス液走査面をオゾン水走査面+撥水壁+水素水走査面として形成し、それぞれの処理時間に応じて走査面領域と流量を設定したノズルを用いればよい。

【0079】各々の流量も本実施例に示したように同じにするのではなく、個々で独立に設定しても良い。撥水壁の薬液分離性能に応じて適時変更してよい。また、流速、ノズル移動速度は必要とされるRPT（Raw process time）に応じて適時変更してよい。

【0080】なお、走査面間には撥水壁に限らず、隣接

14

する液体が混合しない、あるいは混合しても各々の液体が所望の特性が得られる場合には壁材を任意に変えることができる。

【0081】（第4の実施形態）図7は、本発明の第4の実施形態に係わる現像装置における基板処理部の概略構成を示す一形態例である。図7において、図3～図5と同一な部位には同一符号を付し、その説明を省略する。

【0082】本実施形態では、開口22bと開口22cとの間に位置する現像液吐出開口22aは、開口22bと開口22cの midpoint 以外の位置に配置されている。本実施形態の場合、現像液吐出開口22aは、前記 midpoint に対して移動方向前側に配置されている。なお、開口22b及び開口22cからは共に、リンス液が吐出される。

【0083】図1に示すように、基板ホルダー13は、表面にウエハ72が載置され、ウエハとほぼ同じ径のウエハ保持具75と、ウエハ保持具75及びウエハ71の周囲を囲い、上下動する補助板78とから構成されている。ウエハ71の表面には感光性薄膜72が形成されている。補助板78の表面を感光性薄膜72の表面と同じにして、薬液吸引開口23から薬液を吸引する際、ウエハ面内で等しい吸引力が働くようにする。

【0084】図8に各開口の拡大図を示す。現像液吐出開口22aと薬液吸引開口23aとの距離を3mm、現像液吐出開口22aと薬液吸引開口23bとの距離を17mmとした。従って、現像液吐出開口22aから吐出された現像液はその両側に配置された薬液吸引開口23a、23bへと向かう流れを作り、その領域においてのみ現像処理が行われる。

【0085】スキャンノズル21内部のスリットノズル、及び液溜め内の薬液はヒーターで温調可能な構造となっている。スキャンノズル21下面と感光性薄膜72との距離を約100 μ mに設定した。スキャンノズル21にはリンス液吐出開口22b、22cが具備されており、現像液73が流れを作る領域の周辺をリンス液74で覆うことが可能である。

【0086】図示されないノズルの制御系で現像液吐出流量、現像液吐出時間、吸引流量、吸引時間、リンス液吐出量、吐出時間、スキャンノズル移動速度、スキャンノズル内ヒーターの温度等を制御するものである。

【0087】次にウエハ上に現像液を供給する具体的方法を示す。加工しようとする下地膜上に0.4 μ m厚のレジスト等の感光性薄膜72が形成されたウエハ71にKrFエキシマーステッパによりクロムマスクを介して露光し、感光性薄膜72に潜像を形成した。そのウエハ71をウエハ保持具75で水平に保持し、ウエハ全面に液供給可能なスキャンノズル21を端部上方のイニシャルポジションに動かす。現像液73は、AD-10

（多摩化学製：規定度0.27N）を使用した。現像液吐出開口22a－薬液吸引開口23a間に流れる現像液

15

の流速と、現像液吐出開口22a-薬液吸引開口23b間に流れる現像液73の流速とが等しくなるように、薬液吸引開口23a及び薬液吸引開口23bから吸引される薬液の量をそれぞれ調整した。露光された感光性薄膜72の現像液73に対する溶解速度は $0.05\mu\text{m}/\text{sec}$ である。感光性薄膜の厚さが $0.4\mu\text{m}$ 厚なので約8secで感光性薄膜が溶解して、下地基板が露出する。

【0088】次に図9を用いて図7に示したスキャンノズルによる現像方法を示す。図9は、図7に示すスキャンノズルを用いた現像工程を示す平面図である。まず、ウエハ71をウエハ保持具75で保持し、補助板78を感光性薄膜72面と同じ高さにした。スキャンノズル21をウエハ71主面上のイニシャルポジションに移動させた後、リンス液吐出開口22bからリンス液を吐出させ、補助板78及び感光性薄膜72の表面がリンス液72で満たされた状態とした。スキャンノズル21をウエハ主面上端部からギャップ $100\mu\text{m}$ を保ちながら速度 $0.5\text{mm}/\text{sec}$ で走査させると同時に、現像液吐出開口22aから現像液の吐出、並びに薬液吸引開口23

による吸引を開始させた。現像処理開始から処理終了までの間、リンス液吐出開口22b、22cは、常にリンス液を吐出している状態である。薬液吸引開口23aから薬液吸引開口23bまでの長さが20mmであるので、実効的な現像時間はウエハ上のすべての点において40secである。

【0089】現像反応の進行と共に、感光性薄膜が溶解し凹部が形成される。この凹部に、現像反応により生成される溶解生成物や濃度の薄くなった現像液が残留する事になる。溶解生成物及び濃度の薄い現像液は、現像反応の進行を阻害して、パターン疎密による寸法差が生じる。以下では、溶解生成物及び濃度の薄い現像液を併せて、現像阻害物と記す。

【0090】本実施形態においては、現像液が、現像液吐出開口22aから下地基板に向けて約 $6\text{m}/\text{sec}$ という非常に早い速度をもって吐出されている。従って、凹部内に残留する溶解生成物や濃度の薄くなった現像液は、現像液吐出開口22aから吐出された新鮮な現像液の勢いで攪拌される。攪拌により、現像阻害物が凹部外にかき出される。かき出された現像阻害物は、現像液の流れによって、薬液吸引開口23a、23bから吸引されて、最終的には基板上から除去される。

【0091】現像阻害物の発生量は、現像反応の進行に伴って多くなるため、パターン疎密による寸法差を低減するには現像の初期段階において、現像阻害物の効率的除去、または攪拌（均一化）を施す必要がある。なお、ここで現像の初期段階というのは、現像反応開始から感光性薄膜が溶解して下地基板表面が露出する直前程度までの時間の事である。

【0092】一般にレジストの溶解特性等によってパタ

16

ーン疎密に因る寸法差を最も小さくするタイミングは異なる。現像の初期段階に、現像液の吐出による攪拌を行うと、最もパターン疎密に因る寸法差が小さくできる実験事実がある。この実験事実から、以下のように現像条件を、レジスト膜厚 $0.4\mu\text{m}$ 、レジスト溶解速度 $0.05\mu\text{m}/\text{sec}$ 、薬液吸引開口23aと現像液吐出開口22aとの距離3mm、ノズルのスキャン速度 $0.5\text{mm}/\text{sec}$ と設定した。

【0093】現像液の吐出による攪拌は基板上のあらゆる点において薬液吸引開口23a通過後、6sec（= $3[\text{mm}]/0.5[\text{mm}/\text{sec}]$ ）後に現像液吐出開口22aが通過する。そのため現像開始後約6sec後に現像阻害物の攪拌、除去が行われることになり、露光部のレジストが溶解して下地基板が露出する時間（約8sec）よりも早い段階で攪拌が行われる。用いられたレジストにおいてはこのタイミングで攪拌するのが望ましかった。

【0094】ノズルがウエハ面上を横切った後、充分リンスを行い、その後基板を乾燥させレジストパターン形成を完了した。

【0095】形成されたレジストパターンをCD-SEMにて寸法測定行ったら、 0.13mm の孤立ライン、ラインアンドスペース、孤立スペースのそれぞれの寸法差が面内平均で約4nmと従来の値（約15nm）に比べて大幅に低減することができた。

【0096】本実施形態の場合、現像液吐出開口22aと薬液吸引開口23aとの距離、現像液吐出開口22aと薬液吸引開口23bと距離をそれぞれ3mm、17mmとしたが、必ずしもその値に限定されるものではない。被処理膜の厚さや溶解速度、現像液の吐出圧やノズルと被処理基板とのギャップといった現像条件によって最適値は異なるので、それぞれにあわせて最適な長さのものをを用いるのが望ましい。

【0097】又、現像開始（薬液吸引開口が通過して）から攪拌までのタイミングはレジストの溶解特性によって異なるため、適宜適当な時間を選択する必要がある。スキャン速度、現像液吐出量、左右の現像液吸引量を変えることにより選択する場合もありえる。

【0098】又、本実施形態についてはウエハの現像に関し適用例を示したが、ウエハの現像だけに限定されるものではない。例えばウエハのウエットエッチングや半導体製造用のフォトリソ製作プロセスにおける基板上の感光性膜の現像、ウエットエッチング、洗浄、及びカラーフィルター製作プロセス、及びDVD等のディスクの加工プロセスにおける現像等においても適用可能である。

【0099】なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することができる。

【0100】例えば、上記実施形態においては、薬液吐

17

出開口及び薬液吸引開口とを1個、配置したが、前記薬液吐出開口及び前記薬液吸引開口とを、2つ以上、交互に配置しても良い。

【0101】また、上記実施形態においては、スキャンノズルにプリウエット液吐出開口及びリンス液吐出開口を一体に設けたが、前記プリウエット液及びリンス液は、前記スキャンノズルとは別個に、スプレーノズル等により半導体ウエハ上に供給するようにしても良い。

【0102】更に、基板ホルダーに凹部を設けて、被処理基板を収納するようにしたが、前記基板ホルダー上面を平坦面に形成し、該平坦面に前記被処理基板を載置するようにしても良く、更には、該被処理基板の周囲に前記被処理基板と同じ厚みを有する補助板を配置しても良い。この場合、前記補助板としては、被処理基板の処理面と略同じ表面状態となるように加工を施すことが望ましい。

【0103】更に、また、被処理基板は、真空チャックによって保持しても良い。

【0104】更に、また、本発明は、大気中のみならず、液体中の処理も可能で、被処理基板を所望の液体中に浸した状態で実施しても良い。

【0105】更に、また、本発明は、上記実施形態の現像装置及び現像方法に限定されず、フラットパネルディスプレイ製造工程や、フォトマスク製造工程等において、レジスト剥離、表面自然酸化膜除去、洗浄などあらゆるウエットプロセスに適用できる。

【0106】

【発明の効果】上記から明らかな如く、本発明によれば、薬液吐出開口から連続的に吐出された薬液を、隣接する薬液吸引開口から連続的に吸引することより、薬液吐出／吸引部と被処理面との間で、且つ前記薬液吐出開口と前記薬液吸引開口との領域における間隙には、新鮮な薬液が常に供給され、薬液処理が行なわれた薬液は直ちに吸引して取り除くことで、被処理面上における薬液の濃度差をなくすることができ、高精度の薬液処理が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係わる現像装置の模式的に示す模式図で、(a)は、移動方向から眺めた正面図、(b)は、側面図である。

【図2】本発明の実施形態に係わる現像装置における基*

18

*板ホルダーを示す斜視図である。

【図3】本発明の実施形態に係わる現像装置におけるスキャンノズルを示す図で、(a)は、上方向から眺めた上面図、(b)は下方向から眺めた下面図、(c)は、(a)のA-A'線に沿う断面図である。

【図4】図3(c)のB-B'線に沿う断面図である。

【図5】本発明の実施形態の現像装置において、処理基板におけるスキャンノズルによる薬液の吐出、吸引状態を模式的に示す模式図である。

【図6】本発明の実施形態に係わる現像装置による現像プロセスを示す図である。

【図7】第4の実施形態に係わる現像装置におけるスキャンノズルの概略構成を示す一形態例を示す図。

【図8】第4の実施形態に係わる現像装置におけるスキャンノズルを下方向から眺めた平面図。

【図9】図7に示すスキャンノズルを用いた現像工程を示す平面図。

【符号の説明】

10…基板保持機構

11…被処理基板(半導体ウエハ)

12…基板ホルダー

13…凹部

20…薬液吐出／吸引機構

21…薬液吐出／吸引部(スキャンノズル)

22…薬液吐出開口

22a…第1の薬液吐出開口(現像液吐出開口)

22b…第2の薬液吐出開口(プリウエット液吐出開口)

22c…第3の薬液吐出開口(リンス液吐出開口)

23、23a、23b…薬液吸引開口

24a、24b、24c、25a、25b…スリットノズル

26…液溜め

30…薬液供給／吸引系

32…薬液供給配管

33…薬液吸引配管

40…ギャップ測定機構

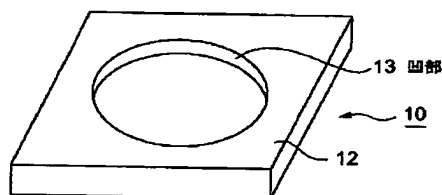
50…ギャップ調整機構

60…移動機構

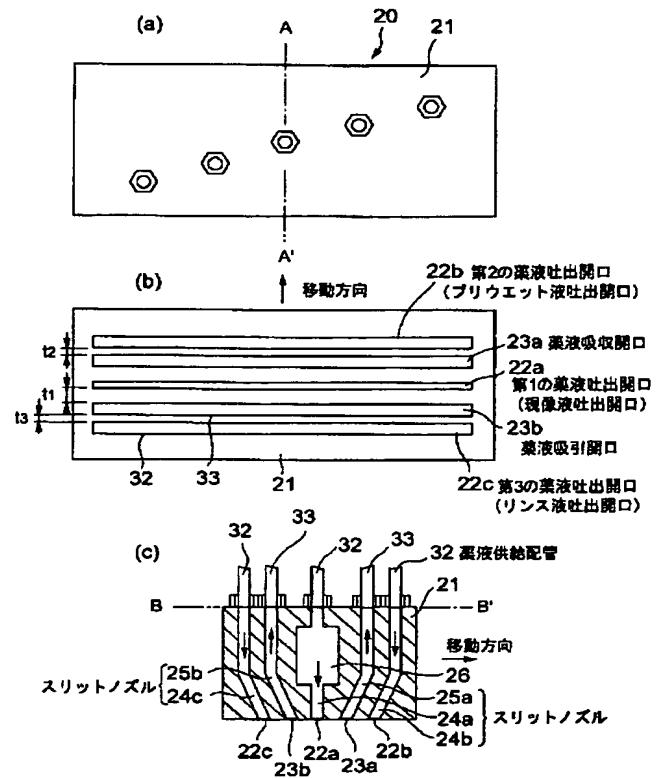
61…ステージ

100…現像装置

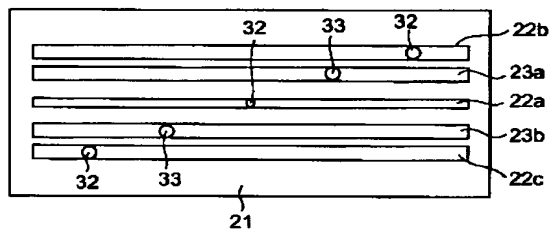
【図2】



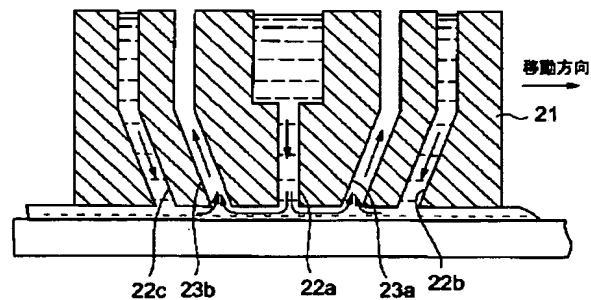
【図 3】



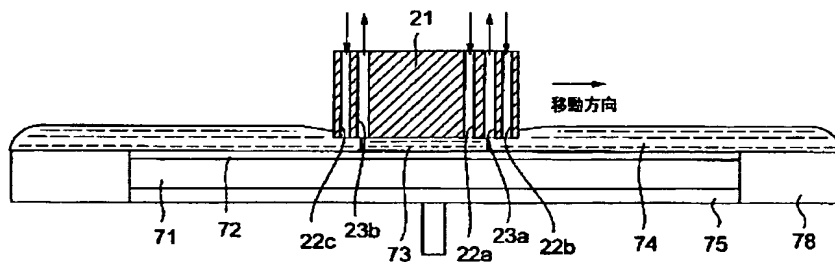
【図4】



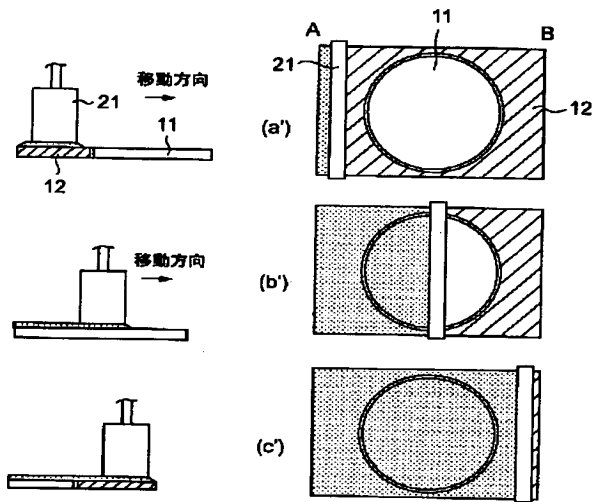
【図 5】



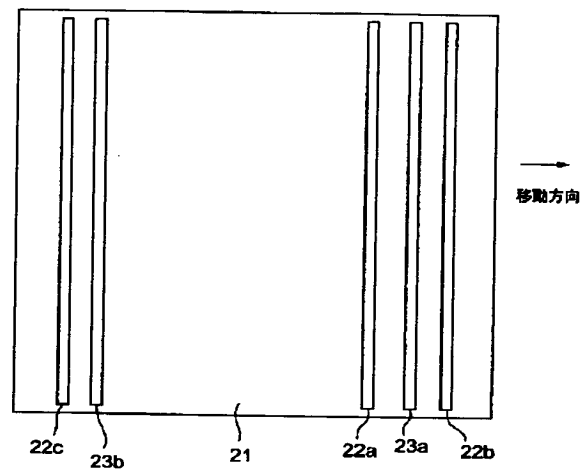
【図 7】



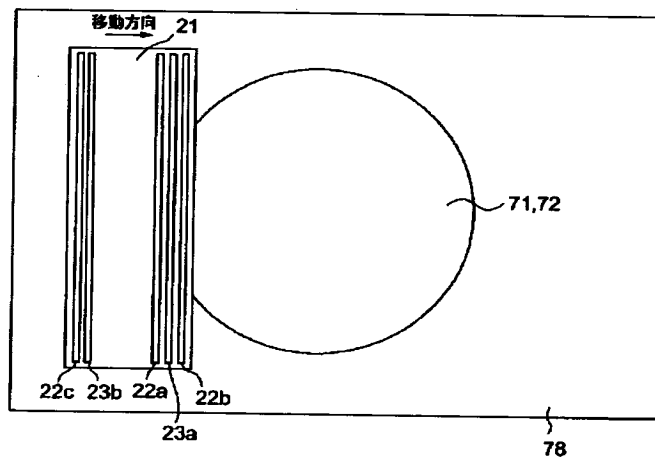
【図6】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

ターム (参考)

H 0 1 L 21/30

5 7 2 B

(72) 発明者 伊藤 信一

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内Fターム (参考) 2H096 AA24 AA25 AA27 GA02 GA21
HA18 HA19 LA02
5F043 AA31 BB27 CC16 EE27 EE33
5F046 LA04 LA11 LA14